

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10031737 A**

(43) Date of publication of application: 03 . 02 . 98

(51) Int. Cl.

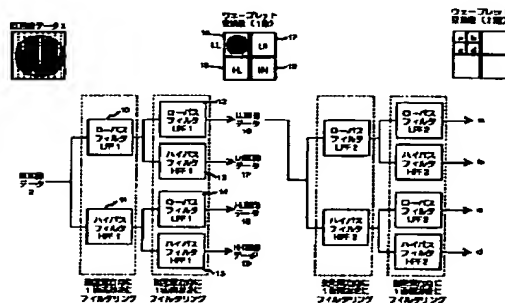
G06T 3/40
G06T 5/20
(21) Application number: **08189186**(71) Applicant: **FUJI PHOTO FILM CO LTD**(22) Date of filing: **18 . 07 . 96**(72) Inventor: **HARA MASASHI**(54) **IMAGE PROCESSING METHOD**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a reduction image of high image quality without moire by wavelet conversion by using a low-pass filter for reducing a corresponding frequency component for image data provided with a cycle structure corresponding to a spatial frequency hither than the Nyquist frequency of sampling.

SOLUTION: By executing a filtering processing for every other pixel respectively in main scanning and sub scanning directions to source image data 2, an LL image data 16 and LH image data 17 of the size of 1/4 of original image are obtained. In this case, filters for reducing the frequency component corresponding to the spatial frequency of a grid is used as the low-pass filters 10, 12 and 14. Thus, the moire of display images generated in the LL image data 16 due to the spatial frequency of the grid and the frequency of sub sampling in the case that the source image data 2 are the images photographed by using a still grid is eliminated.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO


Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-31737

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月3日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 T 3/40
5/20

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/66
15/68

技術表示箇所

3 5 5 A
4 0 0 A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平8-189186

(22) 出願日

平成8年(1996) 7月18日

(71) 出願人

000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者

原 昌司

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

(74) 代理人

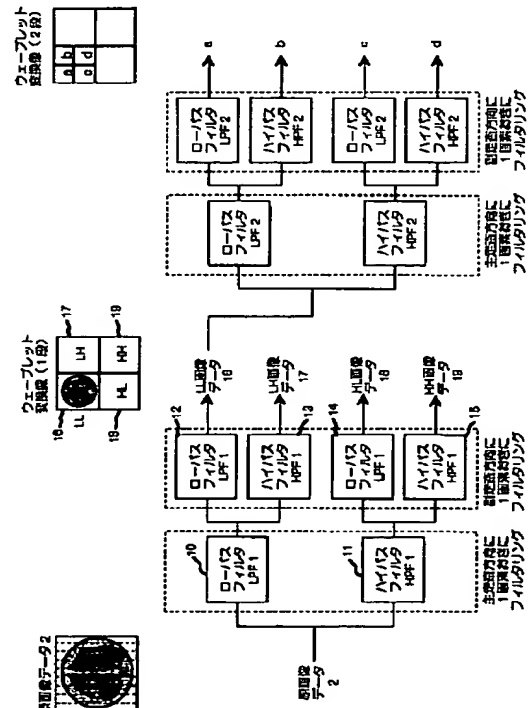
弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】 周期構造を有する原画像データ2に対してウェーブレット変換を施す際に、周期構造に対応する空間周波数がウェーブレット変換によるサブサンプリングナイキスト周波数よりも高い場合にその原画像データ2の低周波成分である縮小画像16に発生するモアレを除去して、縮小画像16を観察用画像として利用する。

【解決手段】 ウェーブレット変換に使用するローパスフィルタ10、12および14として、周期構造に対応する周波数成分を低減するフィルタを使用する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像データに対してウェーブレット変換を施すことにより、所定の間隔で前記画像データがサブサンプリングされた前記画像データの低周波成分からなる観察用縮小画像を得る画像処理方法において、前記サブサンプリングのナイキスト周波数よりも高い空間周波数に対応する周期構造を有する画像を表す画像データに対して、該画像データの前記周期構造に対応する周波数成分を低減する少なくとも1種類のローパスフィルタを使用して前記ウェーブレット変換を施すことを特徴とする画像処理方法。

【請求項2】 前記周期構造を有する画像が、静止グリッドを使用して撮影された放射線画像であることを特徴とする請求項1記載の画像処理方法。

【請求項3】 前記ウェーブレット変換により前記観察用縮小画像とともに得られる前記画像データの高周波成分を該高周波成分の情報量が少なくなるように量子化することにより、前記画像データの圧縮を行うことを特徴とする請求項1または2記載の画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像処理方法に関し、詳しくは、周期構造を有する画像を表す画像データに対してウェーブレット変換を施す際に使用するフィルタの特性に関する。

【0002】

【従来の技術】 ウェーブレット変換は、信号の周波数解析方法の1つであるが、同じく周波数解析方法として広く用いられているフーリエ変換に比べ、信号の局所的な変化情報を検出しやすいという点で優れていることから、近年あらゆる信号処理の分野で脚光を浴びている。

【0003】 画像処理の分野においては、画像データに対して各周波数帯域ごとに異なる処理を施すような場合に、画像データを周波数帯域ごとに分類する手段としてこのウェーブレット変換が用いられている。具体的には、例えばノイズ除去のための高周波の分離、さらにはノイズの多い周波数帯域のデータを削減することによる圧縮処理などが挙げられる。本出願人も、Marc Antoniniらにより提案された方法（Marc Antonini et al., Image Coding Using Wavelet Transform, IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 1, NO. 2, p205-220, APRIL 1992）をベースとする数々の画像データ圧縮方法を提案しているが、これらはいずれも周波数帯域ごとに異なる圧縮処理を施すことを目的としてウェーブレット変換を行うものである（特開平6-350989号、同6-350990号、同7-23228号、同7-23229号、同7-79350号、特願平8-14510号など）。このような画像処理では、ウェーブレット変換された画像データは、周波数帯域ごとの処理の後に逆ウェーブレット変換され、その結果得られる画像がその画像処理の成果物となる。

【0004】 一方、X線撮影を行う際に、記録媒体への散乱X線の照射による画質低下を防ぐために、被写体と記録媒体との間に所定のピッチの静止グリッドを配置して撮影を行う方法が知られている。従来、このような放射線画像に対しても、画質を高めるため、あるいは伝送用や保管用に画像データを圧縮するために上記ウェーブレット変換が施されていた。この際、逆ウェーブレット変換により最終的に得られる原画像と同じサイズの画像を、主としてフィルムに出力して観察することが行われていた。

【0005】 ここで、画像データに対してウェーブレット変換を行った結果得られる低周波帯域の画像データは、もとの画像よりも解像度の低い縮小画像になるが、従来の放射線画像では、上述のように観察対象となる画像は逆ウェーブレット変換後の画像であり、中間生成物であるこの縮小画像は利用されていなかった。そのため、この縮小画像の画質が問題となることはなかった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 一方、画像処理システムにおいて、一般に、処理する画像をCRTなどによって確認したいという要望がある。この要望に対しては、通常、CRTの解像度に適した解像度となるように原画像データにフィルタリング処理を施して解像度を落とすことが行われている。したがって、その画像処理システムが、画像データに対してウェーブレット変換を行うようなものである場合、上記縮小画像をCRT表示用の画像として有効利用することができる。

【0007】 しかしながら、上述のウェーブレット変換により作成された解像度の低い縮小画像は、もとの画像データに対して所定の間隔でサブサンプリングを施して作成した画像に他ならないため、この縮小画像が上記静止グリッドのような周期構造を有する画像であり、その周期構造に対応する周波数がサブサンプリングのナイキスト周波数よりも高い周波数である場合には、この画像を表示した際にサブサンプリングに起因するモアレが発生し、CRT表示される画像は見にくいものになってしまう。

【0008】 本発明は、上記問題に鑑みて、周期構造を有する原画像データに対してウェーブレット変換を施して縮小画像を得る場合に、モアレのない高画質な縮小画像を得る方法を提供し、前記縮小画像の有効利用を図ることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明の画像処理方法は、画像データに対してウェーブレット変換を施すことにより、所定の間隔で前記画像データがサブサンプリングされた前記画像データの低周波成分からなる観察用縮小画像を得る画像処理方法において、前記サブサンプリングのナイキスト周波数よりも高い空間周波数に対応する周期構造を有する画像を表す画像データに対して、該

10

20

30

40

50

画像データの前記周期構造に対応する周波数成分を低減する少なくとも1種類のローパスフィルタを使用して前記ウェーブレット変換を施すことを特徴とするものである。

【0010】「周期構造を有する画像」の具体例としては、例えば静止グリッドを使用して撮影された放射線画像、金網越しに撮影された写真、あるいは縞模様のある被写体の写真などが挙げられる。

【0011】また、「ナイキスト周波数」は、サブサンプリングの周波数を N （「所定の間隔」を $1/N$ ）とすると $N/2$ であり、サンプリング定理により定義されるものである。なお、サブサンプリングとはアナログデータがサンプリングされて得られたデジタルデータが、さらにサンプリングされることを意味する。

【0012】また、前記「少なくとも1種類のローパスフィルタ」とは、縮小画像を得るためのフィルタリングに用いるローパスフィルタが1種類しかないときには、そのローパスフィルタを意味し、ウェーブレット変換を多段階に、数種類のローパスフィルタを使用して行って縮小画像を得る場合には、その中の少なくとも1種類のフィルタを意味するものとする。

【0013】また、前記「観察用縮小画像を得る画像処理」とは、観察用縮小画像を得ることを目的とする画像処理に限られず、処理過程において得られる縮小画像を観察する可能性がある全ての画像処理を意味するものとする。したがって、例えば、ウェーブレット変換によって画像データを周波数成分ごとに分類し、ノイズを多く含む高周波成分の情報量が少なくなるように量子化を行って画像データを圧縮する処理において、その過程で生成される縮小画像を確認のために観察するような場合も含むものとする。ここで、「観察用」とは、具体的にはCRTなどに表示することを意味する。

【0014】なお、ウェーブレット変換の理論、ウェーブレット関数に基づくフィルタの設計方法、およびそれらのフィルタによるフィルタリング処理については、上記数々の引用例に詳細に記載されているため、本明細書では説明を省略する。

【0015】

【発明の効果】本発明の画像処理方法によれば、周期構造を有する画像を表す画像データに対してウェーブレット変換を施すことにより縮小画像を得る際に、ウェーブレット変換に使用するローパスフィルタとして、周期構造に対応する周波数成分を低減するフィルタを使用して、縮小画像にこの周波数成分が含まれないようにするため、モアレを防止することができ、高画質の観察用縮小画像を得ることができる。

【0016】この画像処理方法は、静止グリッドを使用して撮影された放射線画像をはじめ、周期構造を有する全ての画像に対して適用でき、また、ウェーブレット変換を用いた圧縮処理など、あらゆる画像処理において縮

小画像を利用する場合に有効な方法であり、実用上の効果は極めて大きい。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の画像処理方法について、図面を参照して詳細に説明する。以下に示す実施の形態は、本出願人が例えば上記特開昭55-12492号などにおいて提案している放射線画像記録再生システムに関するものである。このシステムは、蓄積性蛍光体シートに記録された人体の放射線画像をレーザビーム走査によりデジタル画像データとして読み取り、その画像を記録再生あるいは保管管理するために、種々の画像処理を行うものであり、そのような画像処理の1つとして、上記特開平6-350989号などの引用例に示されるような、ウェーブレット変換を利用した画像データの圧縮処理を行っている。

【0018】図1は、この画像処理システムの概要を示す図である。この画像処理システムは、原画像を走査することにより得た画像信号を所定の密度でサンプリングしてデジタル化する読取装置1と、得られた原画像データ2に対してウェーブレット変換などの画像処理を施す画像処理装置3と、処理された原画像データをCRT5に表示する表示装置4と、処理された原画像データを光ディスク7などにファイリングするファイリング装置6と、同じく処理された原画像データをフィルム9などの記録媒体に出力する記録装置8を有する。

【0019】読取装置1により得られる原画像データ1は、画像処理装置3によりウェーブレット変換されるが、ここで行われるウェーブレット変換には3つの意味がある。1つはファイリングの際の記憶媒体の利用効率を高めるためのデータ圧縮処理の一過程としての変換である。このデータ圧縮処理は、画像データの重要な成分は低周波帯域に含まれ、画像データの高周波成分はノイズなどの不要な情報が多いという理由から、その画像データの低周波成分に対してはより正確に情報を記憶できるように多くの記憶領域を割り当て、高周波成分に対しては、例えば各データのビット数を減らすなどして少ない領域しか割り当てないことにより、全体の情報量を減らす、すなわち画像データを圧縮するものである。つまり、画像データに対して圧縮処理を施すためには、まずその画像を周波数帯域ごとの成分に分類しなければならず、ウェーブレット変換がその手段として用いられる。

【0020】もう1つは、診断用画像としてフィルム9に記録される画像の画質が診断を行う医師にとって見やすい画像となるようにするために施す画像処理の一過程としての変換である。このような目的で施される画像処理としては、数々の方法が提案されているが、その中にはその画像の所定の周波数成分を取り除いたり、周波数成分ごとに施す処理を変えるといった方法が多くあり、ウェーブレット変換を、そのための周波数成分の分類手段として用いることができる。

【0021】さらに1つは、縮小画像を得るための手段としてのウェーブレット変換である。一般に、CRTなどの解像度は、レーザーイメージャーなどで記録する際の解像度に比べて低い。図1の例では、原画像データの解像度は 3520×3520 であり、フィルムに記録する際の解像度は同じく 3520×3520 であるが、CRTの解像度は 1760×1760 である。したがって、ウェーブレット変換を用いない画像処理システムでCRT表示を行うためには、何らかの方法により画素数が 1760×1760 の縮小画像を作成しなければならない。これに対し、ウェーブレット変換を行う画像処理システムでは、低周波帯域の画像データが原画像の縮小画像となるため、これをCRT表示用としてそのまま利用することができ、ウェーブレット変換を行わない画像処理システムに比べ少ない処理でCRT表示を行うことができる。

【0022】以上のように3つの目的を兼ねたウェーブレット変換が施された画像データは、それぞれ、ファイリング装置6、記録装置8、表示装置4に送られる。この際、例えば圧縮処理における情報量の削減などは、画像処理装置3により行ってもよいし、ファイリング装置6で行ってもよい。

【0023】次に、画像処理装置3により行われるウェーブレット変換の具体的な処理について、図2を参照して説明する。本実施の形態において、ウェーブレット変換は、原画像データに対し、その原画像データの読取時における主走査方向（以下、単に主走査方向という）、および読取時における副走査方向（以下、単に副走査方向という）の2方向に対して、それぞれ1画素おきにフィルタリング処理を施すことによって行われる。この際、このフィルタとして、基本ウェーブレット関数に基づいて設計されたものを使用し、ウェーブレット変換の理論に基づいて複数のフィルタにより段階的にフィルタリング処理を施す。（ウェーブレット変換の理論および適切なフィルタの設計方法については、上記引用例を参照。）図2に示されるように、原画像データ2はローパスフィルタ10およびハイパスフィルタ11により、それぞれ、主走査方向に1画素おきに処理される。この結果、各フィルタにより処理された後の原画像データは、主走査方向に $1/2$ に縮小されたものとなる。

【0024】さらにローパスフィルタ10により処理された後の画像データは、ローパスフィルタ12とハイパスフィルタ13により、それぞれ、副走査方向に1画素おきに処理される。この結果、主走査方向、副走査方向それぞれが $1/2$ に縮小された、すなわち、もとの画像の $1/4$ の大きさのLL画像データ16およびLH画像データ17が得られる。なお、ここでLはローパスフィルタのL、HはハイパスフィルタのHを意味し、主走査方向、副走査方向ともにローパスフィルタで処理された結果をLL、主走査方向はローパスフィルタ、副走査方向はハイパスフィルタで処理された結果をLHのように表現するものとす

る。

【0025】同様に、ハイパスフィルタ11により処理された後の画像データはローパスフィルタ14と、ハイパスフィルタ15により、それぞれ、副走査方向に1画素おきに処理され、HL画像データ18およびHH画像データ19が得られる。なお、本実施の形態においては、ローパスフィルタ10、12、14は同じフィルタであり、ハイパスフィルタ11、13、15は同じフィルタであるが、これらのフィルタはそれぞれ異なるものであってもよい。

【0026】本実施の形態では、LL画像データ16に対して上記処理を繰り返すことにより、さらに細かい周波数成分に分類しているが、本発明は、LL画像データ16を得られれば実施できるものであるため、必ずしも何段階ものウェーブレット変換を施す必要はなく、表示に必要な解像度、すなわち縮小の度合いと、他の例えばファイリングのための圧縮処理などとの関係で、何段階にするかを決定すればよい。本実施の形態では、CRTの解像度が 1760×1760 であるため、ウェーブレット変換を1段階して得られるLL画像16を、表示に用いている。

【0027】このような画像処理システムは、原画像データ2が所定の周期的な周波数を含まない画像である場合には、問題なく機能するものである。しかしながら、原画像データ2が静止グリッドを使用して撮影された画像である場合には、グリッドの空間周波数と、サブサンプリングの周波数とが原因となって、LL画像データ16にモアレが発生する。本実施の形態では、このLL画像16、すなわちCRTに表示される画像のモアレを除去するために、ローパスフィルタ10、12、14としてグリッドの空間周波数に対応する周波数成分を低減するようなフィルタを使用する。

【0028】図3は、このモアレ除去機能付きのウェーブレット変換用ローパスフィルタのレスポンスを示す図であり、横軸が周波数、縦軸がレスポンスを表している。図4は、モアレ除去機能無しの従来のウェーブレット変換用ローパスフィルタを示す図である。両図中の周波数 3.4 cycle/mm および 4.0 cycle/mm は、一般によく使用されている静止グリッドの周波数であるが、図3および図4に示されるように、図3のフィルタは、 3.4 cycle/mm については図4のフィルタに比べて大幅にレスポンスが低く、また、 4.0 cycle/mm については図4のフィルタと同等のレスポンスとなっており、どちらのタイプのグリッドが使用されてもモアレを除去できるようになっている。

【0029】なお、画像データに対して多段階にウェーブレット変換を施した結果得られる画像を表示用として用いる場合には、全ての段階において図3のようなローパスフィルタを用いてもよいし、一部のローパスフィルタのみ図3のようなものとし、その他はモアレ除去機能無しのものを使用してもよい。

【0030】このように、本発明の画像処理方法は、ウ

ウェーブレット変換により得られる縮小画像を、グリッドの有無に拘わらず、表示用として利用できるようにしたものであり、周波数解析処理の過程における単なる中間生成物でしかなかったウェーブレット変換後の縮小画像に、観察画像としての役割を与えたことによる効果は極めて大きい。例えば、ウェーブレット変換を単に画質を向上させるため、あるいは画像データを圧縮するためだけの手段として用い、同じ画像データに対し、別途CRT表示に適する画像となるようなフィルタリング処理を施して縮小画像を作成することも可能ではある。しかし、このような処理は多くのメモリを必要とし、また処理が倍増する分、速度は低下することになる。すなわち、本発明は、ウェーブレット変換の特徴を生かし、最小限の手段で、高画質な観察用縮小画像を得るものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づいて画像処理を行う画像処理システムの一例を示す図

【図2】ウェーブレット変換処理の概要を示す図

【図3】本発明の画像処理方法においてウェーブレット変換に使用されるローパスフィルタの一例を示す図

【図4】従来の画像処理方法においてウェーブレット変換に使用されていたローパスフィルタの一例を示す図

【符号の説明】

- 1 読取装置
- 2 原画像データ
- 3 画像処理装置
- 4 表示装置
- 5 CRT
- 6 ファイリング装置

* 7 光ディスク

8 記録装置

9 フィルム

10 主走査方向に1画素おきにフィルタリングするためのローパスフィルタ

11 主走査方向に1画素おきにフィルタリングするためのハイパスフィルタ

12 主走査方向にローパスフィルタによりフィルタリングされた画像データを副走査方向に1画素おきにフィルタリングするためのローパスフィルタ

13 主走査方向にローパスフィルタによりフィルタリングされた画像データを副走査方向に1画素おきにフィルタリングするためのローパスフィルタ

14 主走査方向にハイパスフィルタによりフィルタリングされた画像データを副走査方向に1画素おきにフィルタリングするためのローパスフィルタ

15 主走査方向にハイパスフィルタによりフィルタリングされた画像データを副走査方向に1画素おきにフィルタリングするためのローパスフィルタ

16 主走査方向、副走査方向ともにローパスフィルタによりフィルタリングされた画像データ

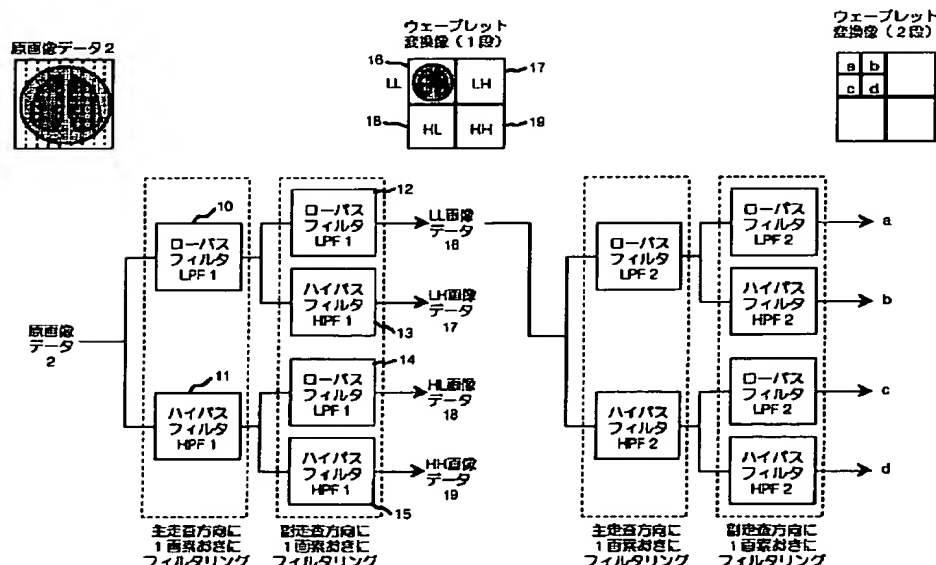
17 主走査方向はローパスフィルタにより、副走査方向はハイパスフィルタによりフィルタリングされた画像データ

18 主走査方向はハイパスフィルタにより、副走査方向はローパスフィルタによりフィルタリングされた画像データ

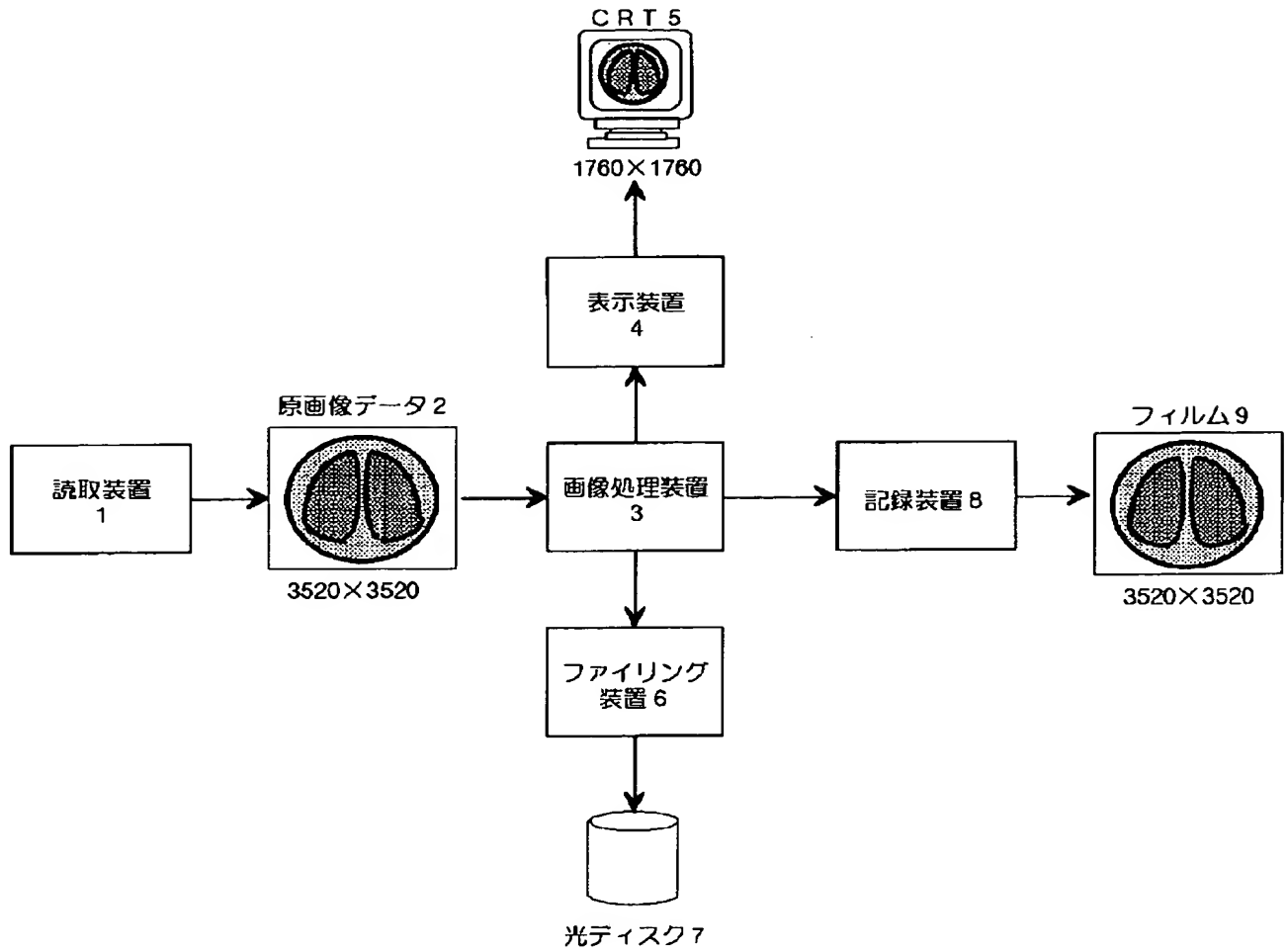
19 主走査方向、副走査方向ともにハイパスフィルタによりフィルタリングされた画像データ

* 30

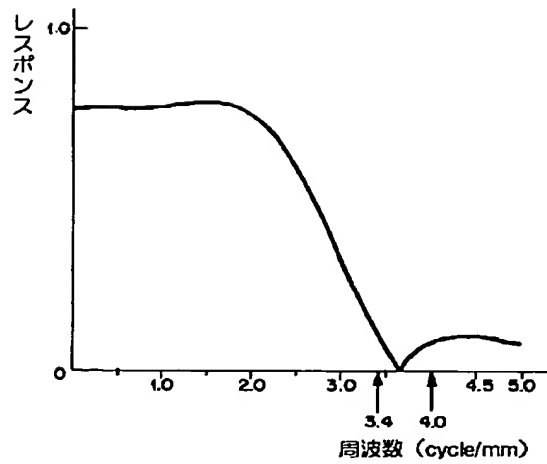
【図2】



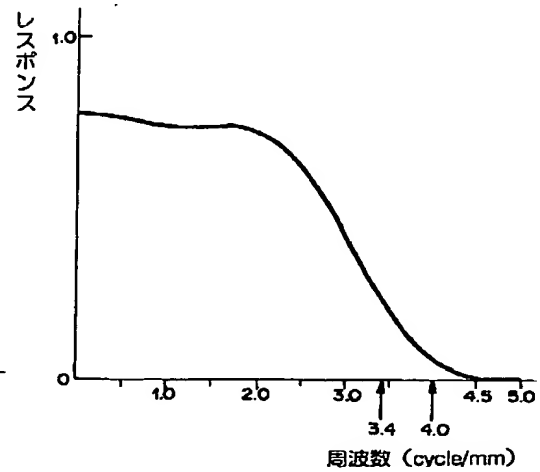
【図1】



【図3】



【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.